

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-217558

(43)Date of publication of application : 27.08.1996

(51)Int.Cl.

C04B 37/00

(21)Application number : 07-026392

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 15.02.1995

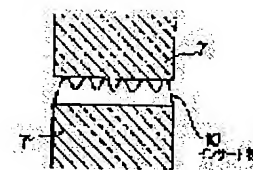
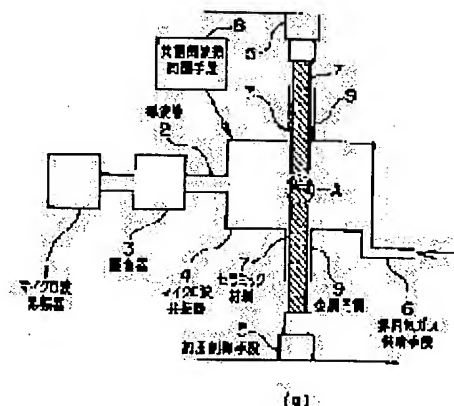
(72)Inventor : ENDOU MASAMORI  
ISHIBASHI MASARU  
MATSUYAMA SHINJI  
HIRAMATSU KYOJI

## (54) CERAMIC BONDING DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To heat the ceramic materials to be bonded in a short time and to efficiently and easily bond the materials by lighting plasma close to the bonding interfaces by the concentration of an electric field and absorbing the energy of a microwave in the plasma.

**CONSTITUTION:** The two materials 7 to be bound at least one of which is ceramic are inserted in a microwave resonator 4 to form a slight clearance between the bonding interfaces of the materials 7. An atmospheric gas suitable to produce plasma is then supplied into the resonator 4 from the feed means 6, and a microwave is simultaneously supplied into the resonator 4 from a microwave oscillator 1 through a waveguide 2 to generate an electric field vertical to the interfaces in the clearance between the bonding interfaces of the materials 7. Plasma is lit close to the bonding interfaces, and the materials 7 are pressed by pressing control means 5 and bonded. The bonding efficiency is further improved by interposing an insert 10 having a lower softening point than the material 7 between the bonding interfaces.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

(11)特許出願公開番号

特開平8-217558

(43)公開日 平成8年(1996)8月27日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
C 0 4 B 37/00

識別記号 庁内整理番号

F I  
C 0 4 B 37/00

### 技術表示箇所

Z.

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平7-26392

(22)出願日 平成7年(1995)2月15日

(71)出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72)発明者 遠藤 雅守

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72) 發明者 石橋 勝

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72)発明者 松山 信司

兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1

号 三菱重工業株式会社神戸造船所内

(74)代理人 弁理士 光石 俊郎 (外1名)

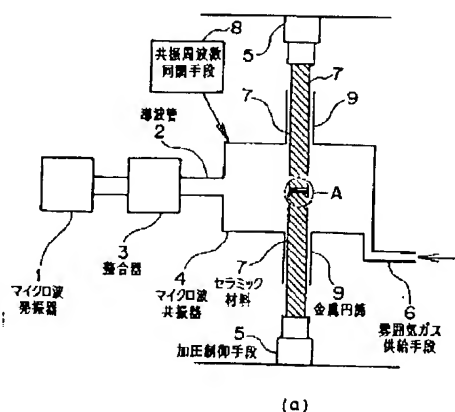
[最終頁に続く](#)

(54)【発明の名称】 セラミックス接合装置

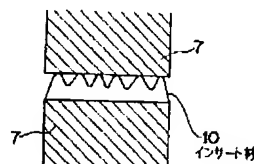
(57) 【要約】

【目的】 効率良く短時間に加熱して、セラミックスを接合できる装置を提供することを目的とする。

【構成】 マイクロ波共振器４内に少なくとも一方がセラミックス材料である二つの被接合材７を挿入すると共にこれらの被接合材７の接合界面に僅かな隙間を形成する一方、該隙間に接合界面と垂直な方向の電界を発生させるマイクロ波を供給するマイクロ波供給手段１，２，３を設け、また、プラズマの発生に適する雰囲気ガスを前記マイクロ波共振器４内へ供給する雰囲気ガス供給手段６を設けたものである。



(a)



A部拡大図

(b)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 マイクロ波共振器内に少なくとも一方がセラミックス材料である二つの被接合材を挿入すると共にこれらの被接合材の接合界面に僅かな隙間を形成する一方、該隙間に接合界面と垂直な方向の磁界を発生させるマイクロ波を供給するマイクロ波供給手段を設け、また、プラズマの発生に適する雰囲気ガスを前記マイクロ波共振器内へ供給する雰囲気ガス供給手段を設けたことを特徴とするセラミックス接合装置。

【請求項2】 前記接合界面の隙間には、発生するプラズマにより溶解するインサート材を介装することを特徴とする請求項1記載のセラミックス接合装置。

【請求項3】 前記インサート材は、凹凸を以て形成されることを特徴とする請求項2記載のセラミックス接合装置。

【請求項4】 前記雰囲気ガス供給手段は、水素、酸素、不活性ガス及びこれら二種類以上の混合ガスを供給することを特徴とする請求項1～3記載のセラミックス接合装置。

【請求項5】 前記マイクロ波供給手段は、少なくとも2系統以上設けられることを特徴とする請求項1～4記載のセラミックス接合装置。

【請求項6】 前記マイクロ波供給手段は、複数の共振モードのマイクロ波を励振することを特徴とする請求項5記載のセラミックス接合装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、セラミックス接合装置に関する。例えば、セラミックスとセラミックスの接合手段の他、セラミックスとガラス、金属等との接合手段としても応用できる。

## 【0002】

【従来の技術】従来のセラミックス接合装置の一例を図3に示す。同図に示すように、二本の棒状セラミックス材料07、07を向かい合わせて電気加熱炉011内に挿入すると共にこれらセラミックス材料07、07の端面間にガラス等のインサート材010を挟んで、セラミックス材料07、07を加圧手段012、012により両側から加圧している。

【0003】従って、電気加熱炉011により、セラミックス材料07、07の接合部付近を加熱し、インサート材010の軟化点より僅かに高い温度に保った後に冷却することにより、セラミックス材料07、07の接合が得られる。尚、ガラス等のインサート材010の軟化点は、セラミックス材料07の融点より低い。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述した図3に示す従来のセラミックス接合装置においては、電気加熱炉011を加熱手段として利用しているため、セラミックス材料07の全体或いは相当の部分を加熱していた。

【0005】そのため、本来加熱する必要のない、セラミックス材料07の界面以外の部分も加熱しており、また、電気加熱炉011も大きな熱容量を持つため、材料の接合に必要な温度まで上昇させるために、①時間が長くかかり、②エネルギー効率も悪いという欠点があった。

【0006】本発明は、上記従来技術に鑑みてなされたものであり、効率良く短時間に加熱して、セラミックスを接合できる装置を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】斯かる目的を達成する本発明の構成はマイクロ波共振器内に少なくとも一方がセラミックス材料である二つの被接合材を挿入すると共にこれらの被接合材の接合界面に僅かな隙間を形成する一方、該隙間に接合界面と垂直な方向の磁界を発生させるマイクロ波を供給するマイクロ波供給手段を設け、また、プラズマの発生に適する雰囲気ガスを前記マイクロ波共振器内へ供給する雰囲気ガス供給手段を設けたことを特徴とする。

【0008】更に、前記接合界面の隙間には、発生するプラズマにより溶解するインサート材を介装すること、凹凸を以て形成されること、前記雰囲気ガス供給手段は、水素、酸素、不活性ガス及びこれら二種類以上の混合ガスを供給すること、前記マイクロ波供給手段は、少なくとも2系統以上設けられること、前記マイクロ波供給手段は、複数の共振モードのマイクロ波を励振することを特徴とする。

## 【0009】

【作用】被接合材の接合界面の隙間に電界集中が起こり高電界となるために、接合界面部分に雰囲気ガスによるプラズマが点灯し、プラズマはマイクロ波のエネルギーを効率よく吸収するため、被接合材が容易に接合されることになる。

## 【0010】

【実施例】以下、本発明について、図面に示す実施例を参照して詳細に説明する。図1(a)に本発明の一実施例を示す。本実施例のセラミックス接合装置は、マイクロ波発振器1、導波管2、整合器3、マイクロ波共振器4、加圧制御手段5、雰囲気ガス供給手段6、共振周波数同調手段8よりなる。

【0011】同図に示すように、マイクロ波共振器4内には、雰囲気ガス供給手段6を通じて、水素、酸素、不活性ガス及びこれら二種類以上の混合ガスが供給され、マイクロ波共振器4内部の雰囲気はプラズマが点灯し易い組成、圧力に調整されている。また、マイクロ波共振器4内には、マイクロ波発振器1から導波管2を通じてマイクロ波のパワーが伝送されている。導波管2には、マイクロ波パワーを全てマイクロ波共振器4に投入させるように、マイクロ波共振器4の負荷を整合させる整合器3が介装されている。

【0012】マイクロ波共振器4としては、本実施例では円筒型のマイクロ波共振器を用いた。マイクロ波共振器4の共振モードは、電界が接合界面に垂直であるものとする。マイクロ波共振器4内には、内部の電磁界エネルギーが外部に漏れ出すのを防ぐ金属円筒9が設けられている。

【0013】マイクロ波共振器4には、二本の棒状のセラミックス材料7が挿入され、中心部で突き合わされている。図1(a)中において二点鎖線で囲むA部の拡大図を同図(b)に示すように、セラミックス材料7の表面にはインサート材10が凹凸をもって施工されている。そのため、接合前の状態では、セラミックス材料7の接合界面には僅かな隙間が存在する。マイクロ波共振器4の共振周波数は、セラミックス材料7を挿入した状態でマイクロ波共振器4が共振状態となるように調整されている。共振周波数の調整は、マイクロ波発生器1の共振周波数を変化させても良く、共振周波数同調手段8を用いても良い。

【0014】ここで、マイクロ波の周波数がマイクロ波共振器4の $TM_{010}$ に同調しているとすると、セラミックス材料7近辺の電界分布はセラミックス材料7に並行、即ち、接合界面に垂直である。このとき、接合界面の電解強度と周囲の電解強度の比率は以下の式で近似的に表すことができる。

$$E_a(X-D) + E_0D = V \quad \dots (1)$$

【0015】但し、Xは共振器の高さ、 $E_a$ はセラミックス材料7の内部電解強度、Dは隙間の間隔、 $E_0$ は隙間部分の電解強度、Vはマイクロ波共振器4中心近くの上下壁面の電位差である。

【0016】また、マイクロ波共振器4中心近くの電解をEとすると、 $E = V/X$ で定義される。更に、セラミックス材料7の誘電率が $\epsilon_a$ のとき、電束密度の法線成分が連続であることから、 $\epsilon_a E_a = \epsilon_0 E_0$  ( $\epsilon_0$ は真空の誘電率)の関係が成立する。この式を利用して(1)式を変形し、 $X \gg D$ の近似を行うと、次式の関係返られる。

$$E_0 \approx E(\epsilon_a/\epsilon_0) \quad \dots (2)$$

【0017】この関係式は、隙間の電解強度が周囲に比べて、 $(\epsilon_a/\epsilon_0)$ 倍に増幅されることを意味している。一般に、セラミックス材料7の比誘電率は、1より相当に大きいので、セラミックス材料7の隙間の部分に電界集中現象が表れ、容易に高電界が得られる。

【0018】このため、接合界面部分に雰囲気ガスによるプラズマが点灯し、プラズマはマイクロ波のエネルギーを効率良く吸収するので、投入されたエネルギーは殆どプラズマに吸収されることになる。このように接合界面部分に発生したプラズマはインサート材10を溶解させ、その後に加圧制御手段5によって二本のセラミックス材料7を加圧すればセラミックス材料7は接合する。

【0019】尚、本実施例では円筒型のマイクロ波共振

器4を用いたが、必ずしも円筒形である必要はない。また、インサート材10としては凹凸を施したものに限らず、粉末の材料を使用しても同様の効果を得られる。

【0020】本発明の他の実施例を図2(a)に示す。本実施例は、板状のセラミックス材料7に適するように、2系統のマイクロ波供給手段110、110'を設けたものである。即ち、マイクロ波共振器4には、その左方からマイクロ波発生器1、導波管2及び整合器3からなるマイクロ波供給手段110が接続すると共にその右方からマイクロ波供給手段110'が接続している。

【0021】マイクロ波供給手段110は、 $TM_{010}$ モードのマイクロ波をマイクロ波共振器4へ供給する一方、マイクロ波供給手段110'は、 $TM_{020}$ モードのマイクロ波をマイクロ波共振器4へ供給する。 $TM_{010}$ モードの電界強度は、図2(b)に示すように、共振器の中央ほど強く、周辺部へ行くに従って減衰するのに対し、 $TM_{020}$ モードの電界強度は、図2(c)に示すように三つのピークを持つ波形を持つ。

【0022】従って、二つのモードの重量により、マイクロ波共振器4内の周辺部の電界強度を増強できるため、セラミック材料8がマイクロ波共振器4の相当広い部分を占めるときにも、セラミック材料8の全面に渡り均一で十分な電界強度を得ることができる。また、本実施例では加圧制御手段5は金属製であるため、マイクロ波共振器4の上下の間隔が狭くなったと同様な効果を与えるため、一層の高電界が得られ、一層容易にプラズマを点灯させることができる。

【0023】尚、マイクロ波はいずれのモードにおいても電界の方向は接合界面に対して垂直であるため、前述した実施例と同様に接合界面を選択的に加熱し、接合することが可能である。また、マイクロ波供給手段110'により励振するモードは、 $TM_{020}$ モードに限らない。

【0024】

【発明の効果】以上、実施例に基づいて具体的に説明したように、本発明では、電界集中により接合界面近傍にプラズマを点灯させるため、セラミックス材料等をより高速に、少ないエネルギーで接合することができる。また、セラミックス材料よりも軟化点の低いインサート材を接合界面に介装することにより、一層効率的に接合することが可能となる。特に、複数の共振モードをマイクロ波共振器に印加することにより、電界強度を均一に増強することができるため、平面状のセラミックス材料等の接合にも適する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係るセラミックス接合装置の構成図である。

【図2】本発明の他の実施例に係るセラミックス接合装置の構成図である。

5

6

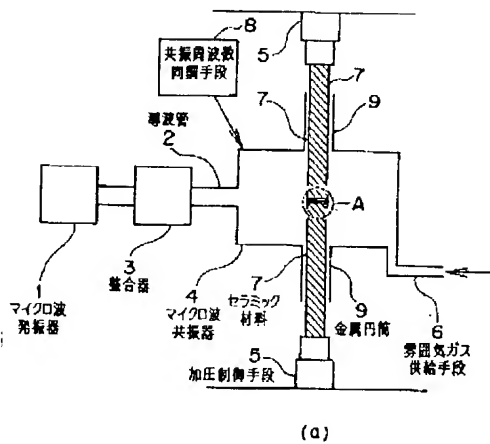
【図3】従来のセラミックス接合装置の構成図である。

【符号の説明】

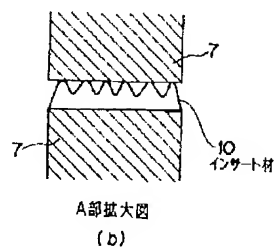
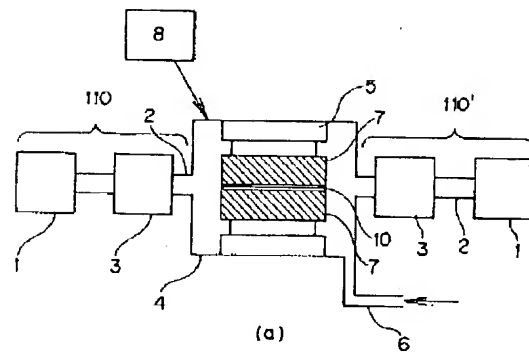
- 1 マイクロ波発振器
- 2 導波管
- 3 整合器
- 4 マイクロ波共振器
- 5 加圧制御手段

- 6 雰囲気ガス供給手段
- 7 セラミックス材料
- 8 共振周波数同調手段
- 9 金属円筒
- 10 インサート材
- 110, 110' マイクロ波供給手段

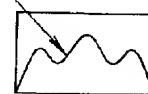
【図1】



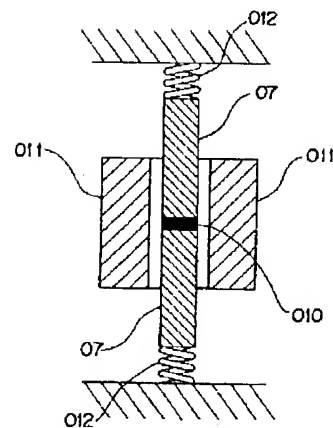
【図2】



電界強度



【図3】



## 【手続補正書】

【提出日】平成7年4月14日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項1】 マイクロ波共振器内に少なくとも一方がセラミックス材料である二つの被接合材を挿入すると共にこれらの被接合材の接合界面に僅かな隙間を形成する一方、該隙間に接合界面と垂直な方向の電界を発生させるマイクロ波を供給するマイクロ波供給手段を設け、また、プラズマの発生に適する雰囲気ガスを前記マイクロ波共振器内へ供給する雰囲気ガス供給手段を設けたことを特徴とするセラミックス接合装置。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】

【課題を解決するための手段】斯かる目的を達成する本発明の構成はマイクロ波共振器内に少なくとも一方がセラミックス材料である二つの被接合材を挿入すると共にこれらの被接合材の接合界面に僅かな隙間を形成する一方、該隙間に接合界面と垂直な方向の電界を発生させるマイクロ波を供給するマイクロ波供給手段を設け、また、プラズマの発生に適する雰囲気ガスを前記マイクロ波共振器内へ供給する雰囲気ガス供給手段を設けたことを特徴とする。

## 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正内容】

【0016】また、マイクロ波共振器4中心近くの電解をEとすると、 $E=V/X$ で定義される。更に、セラミックス材料7の誘電率が $\epsilon_a$ のとき、電束密度の法線成分が連続であることから、 $\epsilon_a E_a = \epsilon_0 E_0$  ( $\epsilon_0$ は真空の誘電率)の関係が成立する。この式を利用して(1)式を変形し、 $X \gg D$ の近似を行うと、次式の関係が得られる。

$$E_0 \approx E (\epsilon_a / \epsilon_0) \quad \dots (2)$$

## 【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正内容】

【0024】

【発明の効果】以上、実施例に基づいて具体的に説明したように、本発明では、電界集中により接合界面近傍にプラズマを点灯させるため、セラミックス材料等をより高速に、少ないエネルギーで接合することができる。また、セラミックス材料よりも軟化点の低いインサート材を接合界面に介装することにより、一層効率的に接合することが可能となる。特に、複数の共振モードをマイクロ波共振器に印加することにより、電界強度を均一に増強することができるため、平面状のセラミックス材料等の接合にも適する。

---

フロントページの続き

(72)発明者 平松 恭二

兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1

号 三菱重工業株式会社神戸造船所内